

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/075952 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01L 9/00**,
13/02

Weg 38A, 14513 Teltow (DE). **NÜRNBERGER, Ralf**
[DE/DE]; Schlaatzstrasse 9, 14473 Potsdam (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050461

(74) **Anwalt: ANDRES, Angelika**; Endress+Hauser (Deutsch-
land) Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576
Weil am Rhein (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Februar 2005 (02.02.2005)

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 006 383.4 9. Februar 2004 (09.02.2004) DE

(71) **Anmelder** (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ENDRESS+HAUSER GMBH+CO. KG** [DE/DE];
Hauptstrasse 1, 79689 Maulburg (DE).

(72) **Erfinder; und**

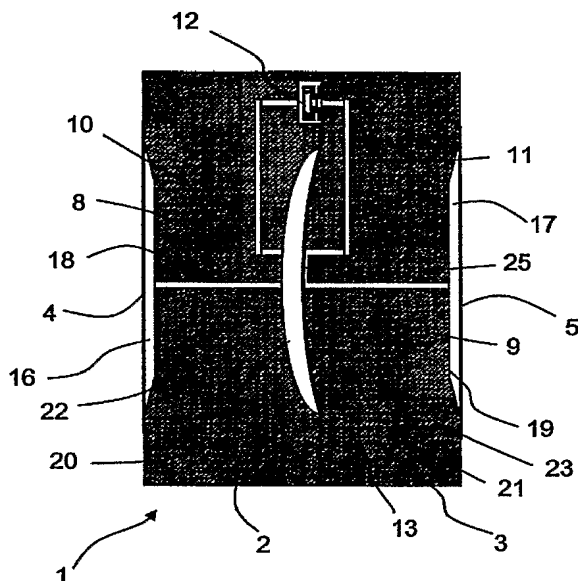
(75) **Erfinder/Anmelder** (nur für US): **BURCZYK, Di-
etfried** [DE/DE]; Iserstrasse 97, 14513 Teltow (DE).
DANNHAUER, Wolfgang [DE/DE]; Heinersdorfer

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PRESSURE DIFFERENTIAL SENSOR COMPRISING AN EXCESS-LOAD MEMBRANE

(54) **Bezeichnung:** DIFFERENZDRUCKAUFNEHMER MIT ÜBERLASTMEMBRAN



(57) **Abstract:** The invention relates to a differential pressure sen-
sor comprising a hydraulic body (1), in which an excess-load cham-
ber, which is provided with an excess-load membrane (13), is con-
figured. Said membrane divides the excess-load chamber into a
high-pressure half-chamber (20) and a low-pressure half-chamber
(21). The high-pressure half-chamber (20) communicates with a
first hydraulic path (8, 10), which extends between a first pressure
mediator and the high-pressure side of a pressure measuring cell
(12) and the low-pressure half-chamber (21) communicates with
a second hydraulic path (9, 11), which extends between a second
pressure mediator and the low-pressure side of the pressure measur-
ing cell. The low-pressure half-chamber has a substantially convex
membrane bed, against which the excess-load membrane lies in its
resting position.

(57) **Zusammenfassung:** Ein Differenzdruckaufnehmer umfasst
einen Hydraulikkörper (1), in dem eine Überlastkammer mit einer
Überlastmembran (13) ausgebildet ist, welche die Überlastkammer
in eine Hochdruckhalbkammer (20) und in eine Niederdruck-
halbkammer (21) teilt, wobei die Hochdruckhalbkammer (20) mit
einem ersten hydraulischen Pfad (8, 10) kommuniziert, der sich
zwischen einem ersten Druckmittler und der Hochdruckseite einer
Druckmesszelle (12) erstreckt, und die Niederdruckhalbkammer

(21) mit einem zweiten hydraulischen Pfad (9, 11) kommuniziert, der sich zwischen einem zweiten Druckmittler und der Niederdruckseite der Druckmesszelle erstreckt wobei die Niederdruckhalbkammer ein im wesentlichen konvexes Membranbett aufweist, an welchem die Überlastmembran in der Ruhelage anliegt.

WO 2005/075952 A1



PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Differenzdruckaufnehmer mit Überlastmembran

- [001] Die vorliegende Erfindung betrifft Differenzdruckaufnehmer mit hydraulischer Druckübertragung zu einem Messelement mittels einer Übertragungsflüssigkeit, insbesondere solche Differenzdruckaufnehmer mit einer Überlastmembran. Ein derartiger Differenzdruckaufnehmer ist beispielsweise in der Offenlegungsschrift DE 196 08 321 A1 offenbart. Differenzdruckaufnehmer weisen einen Hydraulikkörper auf, in dem eine Überlastkammer mit einer Überlastmembran ausgebildet ist, welche die Überlastkammer in eine Hochdruckhalbkammer und in eine Niederdruckhalbkammer teilt, wobei die Hochdruckhalbkammer mit einem ersten hydraulischen Pfad kommuniziert, der sich zwischen einem ersten Druckmittler mit einer Trennmembran über einem Membranbett und der Hochdruckseite einer Druckmesszelle erstreckt, und die Niederdruckhalbkammer mit einem zweiten hydraulischen Pfad kommuniziert, der sich zwischen einem zweiten Druckmittler mit einer Trennmembran über einem Membranbett und der Niederdruckseite dem Messelement erstreckt.
- [002] Bei großen Überlasten wird die Übertragungsflüssigkeit vollständig aus dem Druckmittler herausgedrückt, und die Trennmembran liegt an dem Membranbett an. Die bei Überlastdruck in den betreffenden hydraulischen Pfad verschobene Übertragungsflüssigkeit führt zu einer Auslenkung der Überlastmembran, um das zusätzliche Volumen aufzunehmen und den Überlastdruck abzubauen.
- [003] Die Federsteifigkeit der Überlastmembran richtet sich nach dem Temperatureinsatzbereich, dem möglichen Systemdruck, dem Volumen der hydraulischen Übertragungsflüssigkeit und dem Überlastfaktor des Messelementes. Der Überlastfaktor definiert, um welchen Faktor der Überlastdruck den Messbereich übersteigen kann, bevor die Trennmembran zur Anlage kommt und keine weitere Druckerhöhung am Meßchip auftritt. Je größer der Überlastfaktor des Messelementes ist, desto steifer kann die Überlastmembran ausgeführt werden. Je steifer die Überlastmembran ist, desto schneller reagiert die Messzelle auf Druckschwankungen, d.h. die Zelle reagiert dann schneller auf Druckschwankungen. Das ist besonders bedeutend bei Sensoren mit Druckmittleranbauten, die über eine lange Kapillarleitung mit dem Sensor verbunden sind. Die lange Kapillarleitung hat einen großen hydraulischen Widerstand und bildet mit der Überlastmembran ein RC-Glied, wobei eine weiche Überlastmembran mit einer großen hydraulischen Kapazität C zu großen Zeitkonstanten bzw. langen Ansprechzeiten führen kann.

- [004] Die Federsteifigkeit der Überlastmembran ist im allgemeinen symmetrisch in HP- und LP-Richtung. Der Überlastfaktor des Messelementes ist zwischen HP- und LP-Belastung deutlich unterschiedlich. Die Auslegung der symmetrischen Überlastmembran richtet sich nach dem niedrigeren Berstwert des Messelementes, was die hochdruckseitige Zeitkonstante des Differenzdruckaufnehmers unnötig vergrößert. Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, einen Differenzdruckaufnehmer bereitzustellen, der die beschriebenen Nachteile überwindet.
- [005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch den Druckaufnehmer gemäß des unabhängigen Patentanspruchs 1.
- [006] Der erfindungsgemäße Differenzdruckaufnehmer weist einen Hydraulikkörper auf, in dem eine Überlastkammer mit einer Überlastmembran ausgebildet ist, welche die Überlastkammer in eine Hochdruckhalbkammer und in eine Niederdruckhalbkammer teilt, wobei die Hochdruckhalbkammer mit einem ersten hydraulischen Pfad kommuniziert, der sich zwischen einem ersten Druckmittler und der Hochdruckseite eines Druckmesselementes erstreckt, und die Niederdruckhalbkammer mit einem zweiten hydraulischen Pfad kommuniziert, der sich zwischen einem zweiten Druckmittler und der Niederdruckseite einer Druckmesszelle erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass die Niederdruckhalbkammer ein im wesentlichen konvexes Membranbett aufweist, an welchem die Überlastmembran in der Ruhelage anliegt, d. h. in der Niederdruckhalbkammer ist in der Ruhelage zwischen dem Membranbett und der Überlastmembran praktisch kein Übertragungsmedium eingeschlossen, welches im Überlastfall verdrängt werden könnte. Im Ergebnis bewirkt dies, dass die Überlastmembran bei hochdruckseitigen Überlasten praktisch nicht mehr ausgelenkt wird und somit gegen hochdruckseitige Überlasten im wesentlichen eine hydraulische Kapazität von null aufweist. (Die hydraulische Kapazität aufgrund der Kompressibilität des Übertragungsmediums wird bei dieser Betrachtung vernachlässigt.) Zum Abbau von niederdruckseitigen Überlasten kann die Überlastmembran ausgelenkt werden, wobei in Abhängigkeit von einer ggf. vorgesehenen Vorspannung der Überlastmembran über dem konvexen Membranbett die Auslenkung erst oberhalb eines gewissen niederdruckseitigen Überlastschwellwertes auftritt.
- [007] Der Begriffes konvex bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die kürzeste Verbindungslinie zwischen zwei beliebigen Punkten an der Oberfläche des niederdruckseitigen Membranbetts durch den Körper verläuft, in dem das Membranbett ausgebildet ist, oder entlang der Oberfläche des Membranbetts. D.h. das Niederdruckseite ist im wesentlichen planar oder nach außen gewölbt, oder es weist eine

Kombination dieser Eigenschaften auf, wobei in diesem Fall ein planarer Bereich von einem gewölbten Bereich umgeben ist. Gegebenenfalls können von der Verbindungslinie optional vorhandene Vertiefungen bzw. hydraulische Kanäle geschnitten werden. Diese Vertiefungen bzw. Kanäle können in der Oberfläche des Membranbetts ausgebildet sein, um den niederseitigen Druck unter der Überlastmembran zu verteilen und im Überlastfall eine schnellere Auslenkung der Überlastmembran zu ermöglichen. Gleichmaßen kann die Druckzuleitung zur Niederdruckseite der Druckmesszelle von einer derartigen Vertiefung abgezweigt sein. Dies ist insofern vorteilhaft, als die Entlastung der Druckmesszelle im niederdruckseitigen Überlastfall bei dem Auslenken der Überlastmembran unmittelbar wirksam wird. Die genannten Vertiefungen und Kanäle sind so bemessen dass, es bei hochdruckseitigen Überlasten jedenfalls nicht zu hydraulisch relevanten Auslenkungen der die Vertiefungen überdeckenden Abschnitte der Überlastmembran kommt, d.h., sie bewirken keine relevante Kapazität gegen hochdruckseitige Überlasten.

[008]

[009] Die Erfindung ist insbesondere geeignet um Differenzdrucksensoren für hohe Druckdifferenzen, beispielsweise mit Messbereichen bis zu 16 bar, 40 bar oder bis zu 100 bar bei Systemdrücken von einigen 100 bar, beispielsweise bis zu 400 bar, bereitzustellen.

[010] Die Vorspannung der Überlastmembran über dem konvexen Membranbett kann gemäß einer Weiterbildung der Erfindung so erfolgen, dass die Auslenkung der Überlastmembran bei niederdruckseitigen Überlasten erst bei Überschreiten des Messbereichs erfolgt. Es ist jedoch auch möglich, ein ebenes Membranbett auszubilden, bei dem die Überlastmembran bei LP-Belastung bereits im Meßbereich mitläuft.

[011] Die Überlastmembran kann sowohl als vollflächige Membran oder als mittengefesselte Ringmembran gestaltet sein. Mittengefesselte Ringmembranen erlauben bei gegebenem Überlasthub einen kompakteren Aufbau des Hydraulikkörpers, als vollflächige Membranen, zudem weisen sie bei gegebenem Volumenhub eine geringere Hystereseanfälligkeit auf.

[012] Ein Druckmittler im Sinne der Erfindung umfasst beispielsweise einen Druckmittlerkörper welcher ein Membranbett aufweist, über dem eine mit einem Messdruck beaufschlagbare Trennmembran befestigt ist, wobei zwischen der Trennmembran und dem Druckmittlerkörper eine Druckkammer ausgebildet ist, welche mit einem hydraulischen Pfad kommuniziert über den eine Druckmesszelle mit dem in der

Druckkammer vorherrschenden Druck beaufschlagbar ist. Der Druckmittlerkörper kann in den Hydraulikkörper integriert oder von diesem getrennt angeordnet sein.

[013] Im Nenndruckbereich des Druckaufnehmers wird die Trennmembran druckabhängig ausgelenkt, ohne an dem Membranbett anzuliegen. Bei großen Überlasten wird die Übertragungsflüssigkeit vollständig aus der Druckkammer herausgedrückt, und die Trennmembran liegt an dem Membranbett an. Ein weiterer Druckanstieg in dem jeweiligen hydraulischen Pfad ist somit ausgeschlossen.

[014] Die beschriebene asymmetrische Gestaltung der Überlastkammer bewirkt ohne Kompensationsmaßnahmen eine Asymmetrie hinsichtlich der Volumina der Übertragungsflüssigkeit. Dies kann zu unterschiedlichen temperaturabhängigen Auslenkungen der Trennmembranen führen, was aufgrund der endlichen Steifigkeit der Trennmembranen zu einem Nullpunktfehler führen kann. Insofern als jedoch die vorliegende Erfindung, insbesondere für Differenzdrucksensoren mit einem Messbereich von 10 bar und darüber, von Bedeutung ist, kann der Nullpunktfehler aufgrund der asymmetrischen Auslenkung der Trennmembranen in den meisten Fällen vernachlässigt werden, da die Steifigkeit der Trennmembranen im Vergleich zum Messbereich sehr gering ist. Für den Fall, dass dieser Nullpunktfehler dennoch vermieden werden soll, ist entsprechend für eine Symmetrisierung der jeweiligen Produkte von Füllvolumina und Wärmeausdehnungskoeffizient der Übertragungsflüssigkeit mit der Steifigkeit der Trennmembranen auf der Hochdruckseite und der Niederdruckseite vorzusehen. Hierzu kann jeder der Faktoren, entsprechend angepasst werden. D.h. es kann beispielsweise auf der Niederdruckseite eine Kammer für ein zusätzliches Füllvolumen vorgesehen sein, ohne jedoch die Abstützung der Überlastmembran durch das konvexe Membranbett zu beeinträchtigen. Gleichermäßen kann auf der Hochdruckseite eine weichere Trennmembran vorgesehen sein, um das größere Füllvolumen auf der Hochdruckseite zu kompensieren. Schließlich kann auf der Hochdruckseite eine Übertragungsflüssigkeit mit einem geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten eingesetzt werden.

[015] Weitere Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel.

[016] Fig. 1. eine Schnittzeichnung durch einen erfindungsgemäßen Differenzdruckaufnehmer.

[017] Der in Fig. 1 gezeigte Differenzdruckaufnehmer umfasst einen im wesentlichen zylindrischen Hydraulikkörper 1 welcher einen ersten Halbkörper 2 und einen zweiten Halbkörper 3 aufweist. Die Halbkörper weisen jeweils an einer Stirnfläche ein

Membranbett 18, 19 auf, über dem eine Trennmembran 4, 5 befestigt ist. Zwischen den Trennmembranen und den Membranbetten ist jeweils eine Druckkammer 16, 17 ausgebildet, von der sich jeweils ein Druckkanal 8, 9 in das Innere des Hydraulikkörpers 1 erstreckt. Im einzelnen erstreckt sich ein erster Druckkanal 8 von der ersten Druckkammer 16 zu einer Hochdruckhalbkammer 20, die zwischen der von der ersten Druckkammer 16 abgewandten Stirnfläche des ersten Halbkörpers 2 und einer Überlastmembran ausgebildet ist, und ein zweiter Druckkanal 9 von der zweiten Druckkammer 17 zu einer Niederdruckhalbkammer 21, die zwischen der von der zweiten Druckkammer 17 abgewandten Stirnfläche des zweiten Halbkörpers 3 und der Überlastmembran 13 ausgebildet ist. Die Hochdruckhalbkammer 20 weist eine konkave Halbkammerwand 22 auf, welches in der entsprechenden Stirnfläche des ersten Halbkörpers 2 ausgebildet ist. Die Niederdruckhalbkammer 21 weist eine Halbkammerwand auf, welche als konvexes Membranbett 23 in der entsprechenden Stirnfläche des zweiten Halbkörpers ausgebildet ist. Die Überlastmembran 13 ist über dem Membranbett 23 vorgespannt. D.h. das Volumen der Niederhalbkammer 21 ist in der Ruhelage der Überlastmembran praktisch null. Insoweit kann die Überlastmembran bei hochdruckseitigen Überlasten auch nicht ausgelenkt werden, um diese Überlasten abzubauen. Andererseits kann die Überlastmembran bei niederdruckseitigen Überlasten ausgelenkt werden, wenn diese einen durch die Vorspannung vorgegebenen Schwellwert übersteigen. Somit wird die Niederdruckseite effektiv vor Überlasten geschützt, ohne das dynamische Verhalten des Differenzdruckaufnehmers zu beeinträchtigen.

[018]

[019] Von der Hochdruckhalbkammer 20 zweigt ein erster Kanal 10 ab, über den die Hochdruckseite einer Differenzdruckmesszelle 12 mit dem in der Hochdruckhalbkammer 20 herrschenden Druck beaufschlagt wird. Gleichermäßen erstreckt sich von der Niederdruckhalbkammer 21 ein zweiter Kanal 11 zur Niederdruckseite der Differenzdruckmesszelle 12. Hierzu ist ein Verbindungskanal 25 als Vertiefung in der Oberfläche des Membranbetts 23 ausgebildet, der sich zwischen dem zweiten Druckkanal 9 und dem zweiten Kanal 11 erstreckt.

[020] Die Differenzdruckmesszelle kann jede geeignete Differenzdruckmesszelle sein, die dem Fachmann geläufig ist. Auf den Typ der Messzelle kommt es im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung nicht an. Im Ausführungsbeispiel umfasst die Differenzdruckmesszelle 12 eine Halbleitermembran mit einem flexiblen Bereich in einer Stärke von beispielsweise 30 µm und integrierten piezoresistiven Wi-

derstandselementen. Die Halbleitermembran weist einen ringförmigen Randbereich auf, der auf der Niederdruckseite erheblich stärker ist als $30\text{ }\mu\text{m}$, beispielsweise einige $100\text{ }\mu\text{m}$. Mit dem niederdruckseitigen Randbereich ist die Membran auf einem Gegenkörper entlang einer Fügestelle druckdicht befestigt. Bei einer Drucküberlast auf die Hochdruckseite der Halbleitermembran wird der Randbereich der Membran daher gegen den Gegenkörper gedrückt. Es besteht kaum eine Gefahr dass die Fügestelle versagen könnte. Wenn umgekehrt eine Drucküberlast auf die Niederdruckseite der Halbleitermembran wirkt, treten Zugkräfte in der Fügestelle und ggf. Kerbspannungen zwischen dem niederdruckseitigen Randbereich und dem flexiblen Bereich der Halbleitermembran auf.

[021] Es ist daher eine geringere Überlastfestigkeit der Differenzdruckmesszelle gegen niederdruckseitige Überlasten gegeben. Dies ist bei der Konstruktion einer Überlastkammer, welche die Hochdruckhalbkammer 20 und die Niederdruckhalbkammer 21 sowie eine Überlastmembran 13 umfasst, berücksichtigt.

[022] Die Überlastmembran 13 kann damit frühzeitig auf niederdruckseitige Überlasten reagieren, ohne die Dynamik des Differenzdruckaufnehmers bei der Detektion von schnellen hochdruckseitigen Druckschwankungen zu beeinträchtigen.

Ansprüche

- [001] 1. Differenzdruckaufnehmer, umfassend einen Hydraulikkörper (1), in dem eine Überlastkammer mit einer Überlastmembran (13) ausgebildet ist, welche die Überlastkammer in eine Hochdruckhalbkammer (20) und in eine Niederdruckhalbkammer (21) teilt, wobei die Hochdruckhalbkammer (20) mit einem ersten hydraulischen Pfad (8, 10) kommuniziert, der sich zwischen einem ersten Druckmittler und der Hochdruckseite einer Druckmesszelle (12) erstreckt, und die Niederdruckhalbkammer (21) mit einem zweiten hydraulischen Pfad (9, 11) kommuniziert, der sich zwischen einem zweiten Druckmittler und der Niederdruckseite der Druckmesszelle erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass die Niederdruckhalbkammer ein im wesentlichen konvexes Membranbett aufweist, an welchem die Überlastmembran in der Ruhelage anliegt.
- [002] 2. Differenzdruckaufnehmer nach Anspruch 1 wobei die Überlastmembran (13) über dem konvexen Membranbett vorgespannt ist.
- [003] 3. Differenzdruckaufnehmer nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Überlastmembran (13) wobei die Überlastmembran durch hochdruckseitige Überlasten nicht auslenkbar ist.
- [004] 4. Differenzdruckaufnehmer nach einem der Ansprüche 2 oder 3, wobei die Überlastmembran bei niederdruckseitige Überlasten unterhalb eines Schwellwerts nicht auslenkbar ist .
- [005] 5. Differenzdruckaufnehmer nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei der erste und der zweite Druckmittler einen Druckmittlerkörper umfassen welcher ein Membranbett (18, 19) aufweist, über dem eine mit einem Messdruck beaufschlagbare Trennmembran (4, 5) befestigt ist, wobei zwischen der Trennmembran (4, 5) und dem Druckmittlerkörper eine Druckkammer (16, 17) ausgebildet ist, welche mit einem hydraulischen Pfad (8,10, 9, 11) kommuniziert, über den eine Druckmesszelle (12) mit dem in der Druckkammer (16, 17) vorherrschenden Druck beaufschlagbar ist.
- [006] 6 Differenzdruckaufnehmer nach Anspruch 5, wobei die Druckmittlerkörper des ersten und des zweiten Druckmittlers einstückig mit dem Hydraulikkörper (1) ausgebildet sind.
- [007] 7. Differenzdruckaufnehmer nach Anspruch 5, wobei die Druckmittlerkörper des ersten und des zweiten Druckmittlers getrennt von dem Hydraulikkörper angeordnet und mit diesem über Druckleitungen verbunden sind.

1/1

[Fig. 001]

1/1

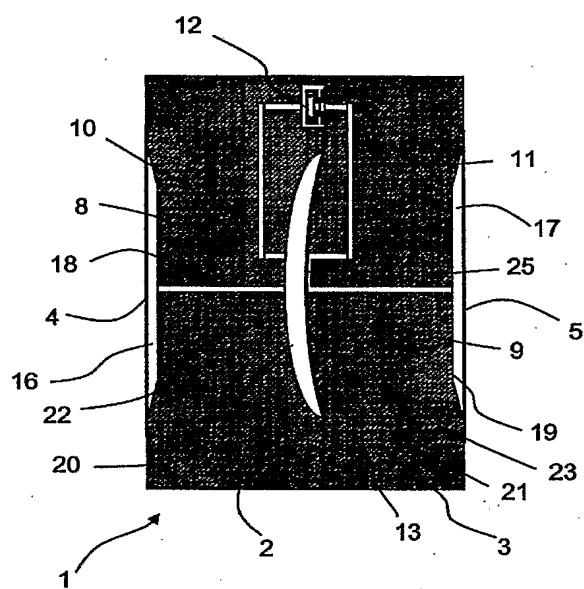


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050461

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01L9/00 G01L13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 072 058 A (WHITEHEAD, JR. ET AL) 7 February 1978 (1978-02-07)	1-5,7
Y	column 6, line 19 - line 50; figures 8,9 column 9, line 40 - line 55	6
Y	DE 30 47 619 A1 (HITACHI, LTD; HITACHI, LTD., TOKIO/TOKYO, JP) 24 September 1981 (1981-09-24) page 10, line 5 - page 11, line 10; figure 1 page 13, line 30 - page 14, line 8	6
A	DE 196 08 321 A1 (HARTMANN & BRAUN AG, 60487 FRANKFURT, DE; ABB PATENT GMBH) 28 August 1997 (1997-08-28) cited in the application abstract; figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 April 2005

Date of mailing of the international search report

13/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Trique, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050461

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4072058	A	07-02-1978	CA 1076832 A1	06-05-1980
			DE 2718931 A1	17-11-1977
			GB 1573030 A	13-08-1980
			JP 1316394 C	15-05-1986
			JP 52148181 A	09-12-1977
			JP 57037019 B	07-08-1982
			JP 59051329 A	24-03-1984
DE 3047619	A1	24-09-1981	JP 1001733 B	12-01-1989
			JP 1520769 C	29-09-1989
			JP 56087196 A	15-07-1981
			BR 8008239 A	07-07-1981
			GB 2065893 A ,B	01-07-1981
			US 4364276 A	21-12-1982
DE 19608321	A1	28-08-1997	US 5763784 A	09-06-1998
			FR 2745379 A1	29-08-1997
			GB 2310497 A ,B	27-08-1997
			JP 9229803 A	05-09-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050461

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 G01L9/00 G01L13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 072 058 A (WHITEHEAD, JR. ET AL) 7. Februar 1978 (1978-02-07)	1-5,7
Y	Spalte 6, Zeile 19 - Zeile 50; Abbildungen 8,9 Spalte 9, Zeile 40 - Zeile 55	6
Y	DE 30 47 619 A1 (HITACHI, LTD.; HITACHI, LTD., TOKIO/TOKYO, JP) 24. September 1981 (1981-09-24) Seite 10, Zeile 5 - Seite 11, Zeile 10; Abbildung 1 Seite 13, Zeile 30 - Seite 14, Zeile 8	6
A	DE 196 08 321 A1 (HARTMANN & BRAUN AG, 60487 FRANKFURT, DE; ABB PATENT GMBH) 28. August 1997 (1997-08-28) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

1. April 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

13/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beediensteter

Trique, M

INTERNATIONALES RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050461

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4072058 A	07-02-1978	CA 1076832 A1	06-05-1980
		DE 2718931 A1	17-11-1977
		GB 1573030 A	13-08-1980
		JP 1316394 C	15-05-1986
		JP 52148181 A	09-12-1977
		JP 57037019 B	07-08-1982
		JP 59051329 A	24-03-1984
DE 3047619 A1	24-09-1981	JP 1001733 B	12-01-1989
		JP 1520769 C	29-09-1989
		JP 56087196 A	15-07-1981
		BR 8008239 A	07-07-1981
		GB 2065893 A , B	01-07-1981
		US 4364276 A	21-12-1982
DE 19608321 A1	28-08-1997	US 5763784 A	09-06-1998
		FR 2745379 A1	29-08-1997
		GB 2310497 A , B	27-08-1997
		JP 9229803 A	05-09-1997